

Анализируя графики, видим, что самые низкие показатели демонстрируются ежегодно в мае и сентябре (начало и конец дачного сезона). Рост продаж в летние месяцы традиционно связан с сезоном проведения ремонтов в квартирах. Пик продаж приходится на предновогодний период – время акций, скидок на прошлогодние коллекции и распродаж. На текущий год прогнозируется небольшая положительная динамика спроса в эконом-сегменте. В целом, показатели продаж будут ненамного отличаться от значений предыдущих лет*.

УДК 684.4

С.В. Щепочкин, И.С. Колосов
(S.V. Shchepochkin, I.S. Kolosov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ**
(THE COMPARATIVE ANALYSIS OF 3D-PRINTING MATERIALS
USED FOR FURNITURE PARTS)

Рассмотрены различные материалы, применяемые для 3D-печати. Приведены результаты испытаний образцов из PLA-пластика на прочность при статическом изгибе.

Various materials used for 3D-printing are considered. The results of testing PLA-plastic samples for durability during static bending are given.

Использование технологии трехмерной печати получает всё большее распространение. Применение 3D-принтера в мебельной и деревообрабатывающей промышленности имеет следующие возможности: производство фурнитуры, изготовление мебели с упруго-деформируемой конструкцией, изготовление декора мебели, изготовление мебели с перфорациями, прототипирование (изготовление упрощенной версии конечного продукта, которая позволяет выявить возможные недостатки в конструкции), изготовление элементов интерьера, производство малых архитектурных форм. Кроме этого 3D-принтеры используются для производства детских игрушек, бытовых приборов, сувениров, брелоков, элементов украшения, бижутерии и так далее.

* МебельNewsPro: мебель для профессионалов. URL: <https://mebel-news.pro>.

Для печати на 3D-принтере используются различные материалы. Самый популярный среди всех ABS-пластик. ABS не имеет запаха, не токсичен, ударопрочен и эластичен. Температура плавления составляет от 240 до 250 °С. 3D-модели, сделанные из ABS-пластика, долговечные и прочные.

Поликарбонат – это твёрдый пластик, который способен сохранять свои физические свойства в условиях экстремально высоких и экстремально низких температур. Обладает высокой светонепроницаемостью, имеет высокую температуру плавления. При этом его получение связано с рядом трудностей и экологически небезопасно. Используется для печати сверхпрочных моделей.

PLA-пластик (полилактид) – это экологически чистый материал для 3D-принтеров. Он изготавливается из остатков биомассы, силоса сахарной свёклы или кукурузы. PLA имеет два существенных недостатка. Изготовленные из него модели недолговечны и постепенно разлагаются под действием тепла и света.

Стоимость производства PLA высока. Следовательно, стоимость моделей будет значительно выше аналогичных моделей, изготовленных из других материалов. По внешнему виду PLA-нить не отличается от ABS-нити [1].

Полипропилен – это самый лёгкий пластик из всех существующих. По сравнению с полиэтиленом низкого давления хуже плавится и лучше противостоит истиранию. При этом уязвим к активному кислороду, и деформируется при отрицательных температурах.

Полифенилсульфон – материал, который практически не горит, характеризуется теплостойкостью, высокой твёрдостью. Напоминает обычное стекло, но превосходит его по прочности [2].

Металлические порошки – самый прочный материал для 3D-печати. Изделия, созданные на металлических 3D-принтерах, по многим параметрам превосходят аналоги, произведенные с помощью традиционных технологий.

Один из самых интересных и необычных материалов для 3D-печати – это WOOD (у некоторых производителей – LayWood) – материал, имитирующий вид, структуру и даже запах дерева.

В состав этого композитного материала входит древесная пыль и полимерная основа, близкая к ABS-пластику. Материал не токсичен, водостойкий, а на ощупь напоминает шероховатую древесину.

В использовании готовые изделия неприхотливы. Их можно красить, шлифовать, придавать им завершённый вид любыми способами. Кроме того, производители сделали несколько видов этого пластика, благодаря чему можно выбрать тёмный или светлый цвет нити. Использовать WOOD можно как для создания готовых изделий, так и для выращивания утраченных деревянных частей готовых предметов.

Одним из распространенных методов 3D-печати является экструзионный. При этом методе нить из термопластика подается в печатающую головку, где разогревается и выдавливается через экструдер на подвижную платформу 3D-принтера. Печатающая головка наплавляет слой термопластика в горизонтальной плоскости, в соответствии с сечением модели детали. После наплавления слоя подвижная платформа перемещается вниз на величину напечатанного слоя. Затем печатается следующий слой сечения детали. Таким образом происходит выдавливание (экструзия) расходного материала с последовательным формированием готового изделия.

По приведенной технологии на 3D-принтере BigRepOne напечатаны образцы $20 \times 20 \times 300$ мм для испытания на изгиб.

Образцы (рис. 1) печатались при следующих режимах: тип пластика «PLA (полилактид)», диаметр сопла экструдера – 0,4 мм; высота слоев – 0,2 мм; диаметр нити, подаваемой в экструдер, – 0,4 мм; коэффициент подачи пластика – 0,97; температура экструдера – 220 °C; температура стола при печати первого слоя – 115 °C; температура стола при печати остальных слоев – 100 °C; скорость печати – 50 мм/с, формирование слоёв с заполнением материала – на 100 % [3].



Рис. 1. Образцы для испытания

Далее образцы испытывались на прочность на изгиб на испытательной установке УММ-5 по схеме, приведенной на рисунке 2.

Сущность метода заключается в том, что образец для испытаний, свободно лежащий на двух опорах, кратковременно нагружают в середине между опорами. При этом определяются разрушающая нагрузка (сила P , Н) и значение стрелы прогиба в момент разрушения. Значения стрелы прогиба измеряется с помощью индикатора часового типа.

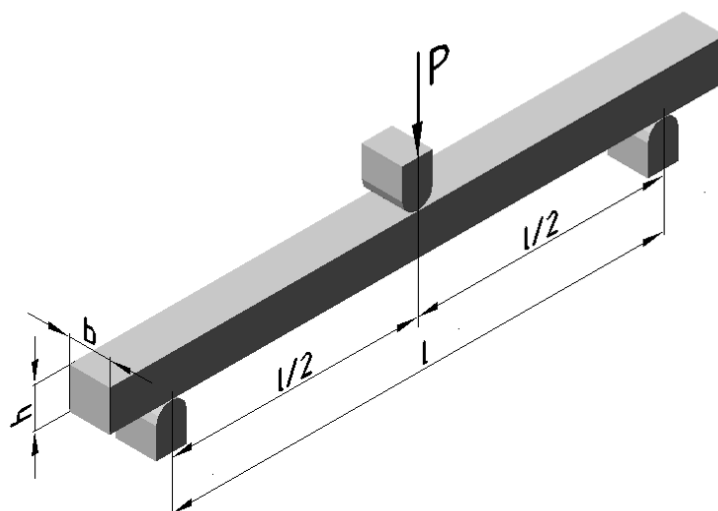


Рис. 2. Схема нагружения образца при испытании на изгиб

Предел прочности при статическом изгибе σ , МПа, определяется по формуле [4]:

$$\sigma = \frac{3P_{\max}l}{2bh^2}, \quad (1)$$

где P_{\max} – разрушающая нагрузка, Н;
 l – расстояние между центрами опор, мм;
 b – ширина образца, мм;
 h – высота образца, мм.

По результатам испытаний, при расстоянии между центрами опор $l = 240$ мм, разрушающая нагрузка составила $P_{\max} = 826,2$ Н. По формуле (1) предел прочности образцов при статическом изгибе, МПа, составит

$$\sigma = \frac{3 \cdot 826,2 \cdot 240}{2 \cdot 20 \cdot 20^2} = 37,2.$$

Модуль упругости при статическом изгибе E_u , МПа, рассчитывается по формуле [5]:

$$E_u = \frac{(F_2 - F_1)l^3}{4bh^3(f_2 - f_1)}, \quad (2)$$

где F_1 и F_2 – усилия при нагружении образца, Н;
 f_1 и f_2 – прогибы, соответствующие нагрузкам F_1 и F_2 , мм.

По результатам испытаний, при расстоянии между центрами опор $l = 240$ мм, при нагрузках $F_1 = 80$ Н и $F_2 = 165$ Н прогибы составили соответственно $f_1 = 1,85$ мм и $f_2 = 2,5$ мм. По формуле (2) модуль упругости при статическом изгибе:

$$E_u = \frac{(165 - 80) \cdot 240^3}{4 \cdot 20 \cdot 20^3 (2,5 - 1,85)} = 2\,824 \text{ МПа} = 2,8 \text{ ГПа}.$$

Для сравнения: для древесины сосны предел прочности при статическом изгибе σ составит в зависимости от влажности от 49 до 85 МПа, а модуль упругости $E_u = 12,6$ ГПа.

Сравнивая полученные показатели прочности для пластика PLA [3], можно сделать вывод, что прочностные показатели PLA-пластика ниже, чем соответствующие показатели древесины сосны.

Несмотря на это, материалы для 3D-печати широко востребованы для производства элементов мебели и декора. Примером этого является бионический дизайн. Зачастую, традиционные методы производства не в состоянии реализовать проекты со сложной структурой нестандартных элементов, которую предлагает бионический дизайн. С помощью 3D-печати можно изготовить элементы с любыми толщинами, искривлениями, полостям, сетчатой и ячеистой структурами. К тому же послойное построение придает бионическим объектам еще большую прочность и устойчивость к нагрузкам.

Главная задача бионического дизайна – снижение веса объекта при сохранении (или увеличении) исходной прочности. Другая смежная задача – экономия дорогих материалов. Бионический подход в проектировании позволяет расходовать на 30–50 % меньше материала, что положительно влияет на стоимость изделия.

Библиографический список

1. Полилактид // Википедия: журнал, 2018. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полилактид> (дата обращения: 29.10.2018).
2. Материалы для 3D-печати: обзор. URL: <https://3dsmart.com.ua/blog/materialy-dlya-3d-pechaty> (дата обращения: 29.11.2018).
3. Исследование прочности изделий, полученных методом 3D-печати / А.В. Балашов, А.О. Черданцев, Е.А. Новиковский, С.В. Ананьин, С.В. Белоплотов // Ползуновский вестник. 2016. № 2. С. 62.
4. ГОСТ 16483.3-84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. Введ. 1984-04-13.

5. ГОСТ 9550-81. Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе. Введ. 1982-07-01.

УДК 674.06

А.М. Яббаров, Е.И. Стенина
(А.М. Yababarova, E.I. Stenina)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

ПРОБЛЕМЫ ФАНЕРНОГО РЫНКА В РОССИИ (PROBLEMS OF THE PANEL MARKET IN RUSSIA)

Рассмотрены актуальные проблемы рынка фанеры в России, проявившиеся в последние годы, и пути выхода из создавшейся ситуации.

Actual problems of the plywood market in Russia that have appeared in recent years and ways out of this situation are considered.

Наиболее востребованным клееным слоистым композитом является фанера, а среди всего множества ее разновидностей – фанера общего назначения. Само слово «фанера» пришло к нам из немецкого языка (нем. furnier – «шпон, фанера»; от франц. four nir – «снабжать, накладывать») и обозначает листовой древесный материал. Фанера предназначена для использования в мебельном производстве, строительстве, в судостроении, вагоностроении, автомобилестроении.

Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород изготавливается в соответствии с ГОСТом 3916.1-96 [1]. Практически все существующие и вводимые в эксплуатацию производственные мощности в этой отрасли ориентированы на выпуск березовой фанеры, т. к. она конкурентна и высоко ценится на мировом рынке благодаря уникальным физико-механическим свойствам (высокой прочности при относительно небольшой плотности и равномерной текстуре материала).

В мире выпускается 161,7 млн м³ фанеры в год [2]. За последнее десятилетие этот рынок существенно изменился в связи со стремительным ростом китайского производства, доля которого увеличилась почти в 3 раза и составила 76 % от общемирового объема производства. При этом 92 % производимой в Китае фанеры там же и потребляется [3]. Основная доля данного композита китайских производителей обладает довольно посредственными физико-механическими свойствами из-за использования быстрорастущих пород древесины.

Комбинаты и заводы, производящие фанеру в России, функционируют как самостоятельные хозяйствующие субъекты, выпускающие фанеру